

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 656

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

B32B 3/06 (2006.01)
B32B 5/08 (2006.01)
G10K 11/172 (2006.01)
E04B 1/84 (2006.01)
D04H 1/70 (2012.01)
B82B 1/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-34**
(22) Přihlášeno: **18.01.2013**
(40) Zveřejněno: **20.08.2014**
(Věstník č. 34/2014)
(47) Uděleno: **09.07.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **20.08.2014**
(Věstník č. 34/2014)

(56) Relevantní dokumenty:
Nanovlákná v prostorové akustice II, 15.10.2008, <http://imaterialy.dumabyt.cz/Materialy/Nanovlakna-vnbspprostorove-akustice-II.html>
CZ 2005-226 A3; EP 0295925 A2; CZ 2007-27 A3; JP 2003049351 A; JP 2002180566 A.

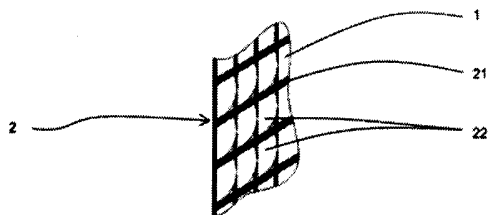
(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:
Ing. Klára Kalinová, Ph.D., Rychnov u Jablonce
nad Nisou, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, 602 00 Brno

(54) Název vynálezu:
**Zvukově pohltivý prostředek obsahující
alespoň jednu akustickou rezonanční
membránu tvořenou vrstvou polymerních
nanovláken**

(57) Anotace:
Řešení se týká zvukově pohltivého prostředku, který
obsahuje alespoň jednu akustickou rezonanční membránu
(1) tvořenou vrstvou polymerních nanovláken, která je
pevně připojena k rámu (2, 20).



CZ 304656 B6

Zvukově pohltivý prostředek obsahující alespoň jednu akustickou rezonanční membránu tvořenou vrstvou polymerních nanovláken

5 Oblast techniky

Vynález se týká zvukově pohltivého prostředku, který obsahuje alespoň jednu akustickou rezonanční membránu tvořenou vrstvou polymerních nanovláken.

10

Dosavadní stav techniky

15 Zvukově pohltivé materiály se všeobecně používají v mnoha různých oblastech a jejich úkolem je zejména zajistit hygienu prostředí z hlediska nežádoucího nebo škodlivého zvuku. Návrh zvukově pohltivého materiálu vhodného pro danou aplikaci přitom vychází z oblasti frekvencí nežádoucího zvuku, který má být pohlcován, resp. tlumen.

20 Pro tlumení zvuků o vysokých frekvencích se používají především porézní materiály, jako například melaminové, polyuretanové a kovové pěny nebo netkané textilie z minerálních nebo polymerních vláken. Pro pohlcování zvuků o nižších frekvencích jsou však tyto materiály nevhodné, neboť pro takové případy by byla potřebná jejich značná tloušťka.

25 Pro tlumení zvuků o nízkých frekvencích se pak používají především konstrukce založené na rezonančním principu, kdy se rezonancí některého z prvků přeměňuje akustická energie v energii tepelnou. Tyto konstrukce však tlumí jen zvuky určité frekvence a pro jiné frekvence je jejich tlumení velmi malé. Nejčastěji se přitom používají kombinace perforovaného panelu, zvukově pohltivého materiálu a popřípadě vzduchové mezery.

30 Obecnou snahou je zkombinovat výše uvedené vlastnosti do jednoho akustického systému, který by tak byl schopen tlumit jak zvuky o nízkých, tak i zvuky o vysokých frekvencích.

35 V tomto smyslu je např. z CZ PV 2005–226 nebo analogické WO 2006/108 363 známá vrstvená zvukově pohltivá netkaná textilie, která obsahuje vrstvu nanovláken o průměru do 600 nanometrů a plošné hmotnosti 0,1 až 5 g.m⁻², a alespoň jednu další vrstvu vlákenného materiálu, přičemž tyto vrstvy jsou formovány příčným kladením. Vrstva nanovláken přitom plní funkci akustické rezonanční membrány rezonující na nízké frekvenci, zatímco vrstva dalšího materiálu zajišťuje nejen její dostatečný útlum, čímž se maximální množství zvukové energie nashromážděné v rezonátoru přeměnění na teplo, ale současně je také schopna tlumit zvuky o vyšších frekvencích. Při reálném využití však tato textilie s dobrými výsledky tlumí zejména zvuky s frekvencí 40 v relativně úzkém intervalu od cca 700 do 1300 Hz.

Cílem vynálezu tak je odstranit nebo alespoň minimalizovat nevýhody dosavadního stavu techniky a navrhnout zvukově pohltivý prostředek, který by byl schopen s dobrými výsledky tlumit 45 zvuky v co nejširším frekvenčním pásmu.

Podstata vynálezu

50 Cíle vynálezu se dosáhne zvukově pohltivým prostředkem, který obsahuje rezonanční membránu tvořenou vrstvou polymerních nanovláken, která je připojena k rámu. Rezonanční membrána se pak při dopadu zvukového vlnění o nízké frekvenci uvádí do vynucených kmitů, přičemž kinetická energie membrány se přeměňuje na tepelnou energii třením jednotlivých nanovláken, třením membrány o okolní vzduch a případně o další vrstvy materiálu uspořádané v její blízkosti, a její část se současně přenáší na rám, čímž se kmitání rezonanční membrány tlumí.

55

Rám přitom může být dle potřeby a/nebo požadavků na zvukově pohltivý prostředek a jeho vlastnosti uspořádán alespoň na části obvodu rezonanční membrány a/nebo alespoň na části plochy alespoň jednoho povrchu rezonanční membrány.

- 5 V jedné z variant je tento rám tuhý, přičemž může být součástí podkladu, na který se zvukově pohltivý prostředek aplikuje.

V druhé z variant je rám flexibilní, přičemž je tvořen např. mřížkou, nebo sítí útvarů z materiálu v tuhém stavu, které zasahují alespoň částečně do tloušťky rezonanční membrány a jsou s nano-
10 vlákný propojeny tím, že obalují část těchto nanovláken, nebo jsou naopak alespoň částečně obaleny materiálem nanovláken, nebo prostřednictvím adhezních vlastností materiálu nanovláken. Mřížka i síť útvarů přitom mohou být pro získání rovnoměrných vlastností v celé ploše zvukově pohltivého materiálu pravidelné.

- 15 Ve všech variantách rámu může být dále výhodné, pokud je prostorově tvarovaný, např. dle povrchu podkladu, na který se zvukově pohltivý prostředek aplikuje.

Útvary z materiálu v tuhém stavu jsou dle potřeby body a/nebo lineární útvary a/nebo plošné útvary, přičemž lze jako rám použít např. i jen jeden lineární útvar, který je uspořádán alespoň na
20 části obvodu rezonanční membrány.

Pro dosažení požadovaných zvukově pohltivých vlastností je rezonanční membrána k rámu připojena s kladným, nulovým nebo záporným napětím.

25

Přehled obrázků na výkresech

Na přiložených výkresech je na obr. 1a schematicky znázorněn průřez zvukově pohltivým prostředkem podle vynálezu s jednou rezonanční membránou, na obr. 1b průřez zvukově pohltivým
30 prostředkem podle vynálezu se čtyřmi rezonančními membránami, na obr. 1c jiná varianta zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu s jednou rezonanční membránou, na obr. 1d princip zvukově pohltivého prostředku dle varianty na obr. 1c, na obr. 2a zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu v jiné variantě provedení s jednou rezonanční membránou, na obr. 2b jiná varianta zvukově pohltivého prostředku dle obr. 2a, na obr. 2c jiná varianta zvukově pohltivého prostředku dle obr. 2a, na obr. 3a další varianta zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu s jed-
35 nou rezonanční membránou, na obr. 3b jiná varianta zvukově pohltivého prostředku dle obr. 3a, na obr. 3c další varianta zvukově pohltivého prostředku dle obr. 3a, na obr. 4 jiná varianta rámu zvukově pohltivého prostředku dle obr. 3c, na obr. 5 graf součinitelů zvukové pohltivosti v závislosti na frekvenci zvuku pro tři varianty zvukově pohltivého prostředku dle obr. 3c, na obr. 6a graf součinitelů zvukové pohltivosti v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu polyuretanové pěny a dvě varianty zvukově pohltivého prostředku dle vynálezu, z nichž jedna ob-
40 sahují vrstvu této polyuretanové pěny, na obr. 6b průřez tímto zvukově pohltivým prostředkem, na obr. 7a graf součinitelů zvukové pohltivosti v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu netkané textilie a zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu, který tuto vrstvu netkané textilie obsahuje, na obr. 7b průřez tímto zvukově pohltivým prostředkem, na obr. 8a graf souči-
45 nitelů zvukové pohltivosti v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu polyuretanové pěny jinou než na obr. 6a a dvě varianty zvukově pohltivého prostředku se dvěma rezonančními membránami podle vynálezu, z nichž jedna varianta obsahuje vrstvu této polyuretanové pěny, na obr. 8b průřez variantou zvukově pohltivého prostředku se dvěma akustickými membránami, který neobsahuje vrstvu polyuretanové pěny, a na obr. 8c průřez variantou takového zvukově
50 pohltivého prostředku, který obsahuje vrstvu polyuretanovou pěnu.

Příklady provedení vynálezu

Podstata vynálezu je založena na použití rezonanční membrány tvořené vrstvou polymerních nanovláken, která se díky svým malým mezivláknovým prostorům a plošnému uspořádání uvádí při dopadu zvukového vlnění o nízké frekvenci do vynucených kmitů. Vzájemným třením jednotlivých nanovláken, třením membrány o okolní vzduch a případně o další vrstvy materiálu uspořádané v její blízkosti pak dochází k přeměně kinetické energie této membrány na tepelnou energii, a postupnému útlumu jejího kmitání. V provedení zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu se navíc část kinetické energie membrány přenáší na rám, ke kterému je membrána pevně připojena, a další část se přeměňuje na tepelnou energii při zvýšeném tření v její vnitřní struktuře, které je způsobeno tím, že sousední části membrány oddělené alespoň částečně rámem nebo jeho prvky mohou kmitat s navzájem odlišnou periodou a/nebo výchylkou.

Dle požadavků se přitom použije samostatná vrstva polymerních nanovláken, nebo vrstva polymerních nanovláken uložená na vhodné nosné vrstvě, na kterou se uložila během své výroby elektrostatickým zvlákňováním, nebo na kterou se po své výrobě přenesla, jako například na textilií, mřížce, síťce, kovové nebo plastové fólii (vč. bublinkové fólie), vrstvě pěnového materiálu, vrstvě aerogelu, vrstvě obsahující aerogel jako jednu ze svých součástí, atd., nebo na vrstvě obsahující libovolnou kombinaci těchto materiálů. Nosná vrstva přitom může být uspořádána směrem k podkladu, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat, nebo naopak směrem od něj, kdy chrání vrstvu polymerních nanovláken před mechanickým poškozením, a současně může tvořit nebo spolutvořit pohledovou stranu tohoto prostředku. V obou případech pak tato vrstva díky vzájemnému tření s vrstvou polymerních nanovláken současně přispívá k jejímu útlumu a přeměně její kinetické energie na energii tepelnou. Některé podkladové vrstvy mohou navíc sloužit také pro alespoň částečné tlumení zvuků o vyšších frekvencích. V případě potřeby je vrstva polymerních nanovláken k nosné vrstvě připojena prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním.

V provedení znázorněném na obr. 1a je membrána 1 tvořená vrstvou polymerních nanovláken uložená ve vnitřním prostoru tuhého rámu 2, ke kterému je po svém obvodu nebo alespoň jeho části/částech pevně připojena, s výhodou prostřednictvím vhodného pojiva, například tavného. Jako tavné pojivo přitom může sloužit materiál vrstvy nanovláken a/nebo tuhého rámu 2, případně materiál neznázorněné nosné vrstvy, na které je membrána 1 uložena. Vnitřní prostor 3 tuhého rámu 2 mezi membránou 1 a podkladem 4, na který je zvukově pohltivý prostředek aplikován, je ve znázorněné variantě volný, avšak v jiných variantách může být alespoň částečně vyplněn materiálem, s výhodou materiálem pro tlumení zvuků o vyšších frekvencích, jako například textilií, pěnovým materiálem, aerogelem, bublinkovou fólií, kompozitem, apod., případně kombinací libovolných z těchto materiálů. Tuhý rám 2 je přitom opatřen neznázorněnými prostředky pro připojení k podkladu 4, např. prostřednictvím spojovacích prvků, nebo lepidla či adheziva, atd.

V neznázorněné variantě provedení je membrána 1 uložena na horní nebo na dolní straně tuhého rámu 2.

Pro zvýšení míry tlumení zvuků o nízkých frekvencích je ve vnitřním prostoru tuhého rámu 2 a/nebo na jeho horní a/nebo dolní straně uloženo více membrán 1 tvořených vrstvou polymerních nanovláken, přičemž tyto membrány 1 mohou být uloženy vzájemně rovnoběžně ve stejných nebo různých rozstupech, nebo je alespoň jedna z nich uložena mimoběžně vůči ostatním a/nebo alespoň v částečném kontaktu s alespoň jednou z nich. Všechny membrány 1 přitom mohou být stejné co do plošné hmotnosti, materiálu a průměru nanovláken, nebo se může alespoň jedna z nich alespoň v jednom z těchto parametrů od ostatních lišit. V provedení znázorněném na obr. 1b jsou to celkem čtyři stejné membrány 1, 11, 12 a 13, které jsou vzájemně rovnoběžně ve stejných rozstupech uloženy ve vnitřním prostoru stejného tuhého rámu 2 jako ve variantě znázorněné na obr. 1a, ke kterému jsou po svém obvodu nebo alespoň jeho části/částech pevně připojeny, například prostřednictvím vhodného pojiva. Kterýkoliv z prostorů mezi jednotlivými membránami 1, 11, 12 a 13 a mezi spodní membránou 13 a podkladem 4, na který je zvukově pohltivý

prostředek podle vynálezu aplikován, může být alespoň částečně vyplněn materiálem, s výhodou například některým z materiálů pro tlumení zvuků o vyšších frekvencích uvedených výše, nebo kombinací těchto materiálů.

5 V provedení znázorněném na obr. 1c je membrána 1 prostřednictvím vhodného pojiva připojena k tuhému rámu 2 tvořenému pravidelnou mřížkou 21, jejíž volné prostory 22, resp. oka tato membrána 1 překrývá. V těchto volných prostorech 22 je membrána 1 volně pohyblivá, přičemž se po dopadu zvukového vlnění o nízké frekvenci může v každém z nich pohybovat odlišně, např. s odlišnou periodou a/nebo výchylkou, což zvyšuje tření mezi nanovlákný v její struktuře a
10 přispívá k jejímu útlumu (viz obr. 1d). V neznázorněných variantách provedení je rám 2 tvořen pravidelnou nebo nepravidelnou mřížkou 21 s v podstatě libovolnou velikostí a/nebo tvarem vnitřních prostorů 22, resp. ok, a jejich orientací, případně dvěma takovými mřížkami 21, z nichž každá je uspořádána na jednom z povrchů membrány 1. Ve všech variantách provedení je mřížka 21 dle potřeby uspořádána alespoň na části povrchu membrány 1.

15 Kromě rovinných plošných mřížek 21 může být rám 2 zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu prostorově tvarovaný, např. podle povrchu podkladu, na který se tento zvukově pohltivý prostředek aplikuje – viz např. obr. 4.

20 Ve variantách, kdy zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu obsahuje více vrstev, mohou být pro zvýšení jeho soudržnosti alespoň některé jeho vrstvy vzájemně propojeny pojivem, například tavným pojivem, nebo laminací. Jako tavné pojivo přitom může sloužit přímo materiál některé z vrstev, např. vrstvy polymerních nanovláken, kterým je s výhodou například polypropylen, polyetylen, polyamid, polyester, apod., jejich kopolymer/y, případně směs těchto materiálů, atd.

25 Vrstva polymerních nanovláken, která je pevně připojena k rámu 2 může být v případě potřeby dále připojena, například i prostřednictvím tohoto rámu 2, k jinému rámu 2, který je součástí a/nebo je uložen na povrchu podkladu 4, na který se zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikuje.

30 Vzhledem k tomu, že tuhý rám 2, ke kterému je membrána 1/membrány 1, 11, 12 a 13 pevně připojena, není vhodný pro všechny uvažované aplikace zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, je možné použít také flexibilní provedení rámu 20. Takový rám 20 je pak tvořen např. mřížkou 21 vytvořenou z flexibilního, resp. ohebného materiálu, nebo alespoň jedním, s výhodou
35 však sítí útvarů 201 vhodného materiálu v tuhém stavu, které nejsou vzájemně pevně propojeny, a které procházejí přes celou tloušťku vrstvy polymerních nanovláken, nebo alespoň přes její část, a obalují přitom část jejich nanovláken. V jiných variantách je flexibilní rám 20, resp. jeho útvary 201 k vrstvě polymerních nanovláken připojen prostřednictvím vhodného pojiva, nebo prostřednictvím materiálu nanovláken, který je buď nataven a tak připojen k útvarům 201 rámu
40 20, přičemž tyto útvary jsou alespoň částečně obaleny materiálem nanovláken, nebo který má adhezni vlastnosti. V obou případech je přitom rám 20 uspořádán alespoň na části povrchu alespoň jednoho povrchu membrány 1. Alespoň některé z útvarů 201 pak také slouží pro připojení membrány 1 k podkladu 4 nebo k tuhému rámu 2, přičemž ji současně i zpevňují a částečně také chrání před mechanickým poškozením, např. otěrem. Tyto útvary 201 jsou přitom tvořeny napří-
45 klad body, které mohou být umístěny pouze na obvodu membrány 1 (obr. 2a) nebo alespoň na jedné jeho části a/nebo v celé její ploše, a to buď rovnoměrně (obr. 2b), nebo nerovnoměrně (obr. 2c). Kromě toho jsou tyto útvary 201 v další variantě tvořeny lineárními útvary, jako například vlákny a/nebo pruhy, které mohou být umístěny pouze na obvodu membrány 1 nebo alespoň na
50 jedné jeho části a/nebo v celé její ploše, a to buď náhodně (obr. 3a), a/nebo v pravidelné síti (obr. 3b) a/nebo v pravidelné mřížce (obr. 3c). Hustota a tvar sítě těchto útvarů 201 přitom určují rezonanční frekvenci akustického prostředku podle vynálezu. Hustota sítě je přitom s výhodou zvýše-
na v místě předpokládaného zvýšeného mechanického namáhání membrány 1, např. v okolí jejích otvorů (např. manipulačních, instalačních, apod.) a/nebo připojení k tuhému rámu 2, apod. V jiné variantě je flexibilní rám 20 tvořen alespoň jedním lineárním a/nebo plošným útvarem
55 201, která může být uložen alespoň na části obvodu membrány 1 nebo na části jejího povrchu.

Tyto varianty přitom lze v podstatě libovolně kombinovat na jednom nebo na obou površích vrstvy polymerních nanovláken. Kromě toho je možné vzájemně kombinovat i různé varianty tuhého rámu 2 a/nebo flexibilního rámu 20, přičemž lze například vrstvu polymerních nanovláken uložit mezi dvě mřížky 21 se stejným tvarem a/nebo velikostí a/nebo orientací volných prostorů 23, resp. ok, nebo naopak mezi dvě mřížky 21, které se alespoň v jednom z těchto parametrů liší. V jiné variantě provedení je vrstva polymerních nanovláken, která je pevně připojena k flexibilnímu rámu 20 dále připojena, například i prostřednictvím tohoto flexibilního rámu 20, k tuhému rámu 2.

- Vhodným materiálem útvarů 201 flexibilního rámu je například polymer nebo směs polymerů, případně anorganická látka na bázi skla, skelných křemičitanů, krystalických křemičitanů oxidů kovů, oxidů polokovů, nebo organicko-anorganická látka obsahující alkoxid kovu, alkoxid alkalického kovu, alkoxid kovu alkalických zemin, alkoxid přechodného kovu, alkoxid polokovu, sůl kovu, sůl alkalického kovu, sůl kovu alkalických zemin, sůl přechodného kovu, sůl polokovu, organokovová sloučenina, organokovový chelát, křemičitan, kov, oxid kovu, atd., případně jejich směs.

- Ve všech výše popsáných variantách provedení je pak kterákoliv z membrán 1 k tuhému rámu 2 a/nebo flexibilnímu rámu 20 připojena buď v předepnutém, napnutém nebo volném stavu, resp. s kladným, nulovým, nebo záporným napětím, čímž je možné přizpůsobit její akustické vlastnosti alespoň částečně parametrům zvuku/zvuků v prostřední, ve kterém má být zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikován. Kromě toho lze jeho zvukově pohltivé vlastnosti přizpůsobit také plošnou hmotností a/nebo materiálem vrstvy polymerních nanovláken a/nebo průměrem jejích nanovláken a/nebo tvarem a/nebo velikostí a/nebo hustotu volných prostorů 22, resp. ok, rámu 2, 20, ve kterých se může vrstva polymerních nanovláken pohybovat, případně vzájemným uspořádáním více membrán 1.

- Pro dosažení rovnoměrných akustických vlastností v celé ploše zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu je výhodné, pokud je vrstva/vrstvy polymerních nanovláken co nejrovnoměrnější, jak ve směru své šířky, tak i ve směru své délky. Nejvyšší rovnoměrnosti v obou směrech se přitom v současné době dosáhne její výrobou tzv. beztryskovým elektrostatickým zvlákňováním, při kterém se roztok nebo tavenina polymeru zvlákňuje v elektrickém poli z povrchu zvlákňovací elektrody protáhlého tvaru – například válce (viz např. EP 1 673 493) nebo struny (viz např. EP 2 059 630 nebo EP 2 173 930). Tento typ elektrostatického zvlákňování je komerčně aplikován např. v technologii Nanospider[™] společnosti Elmarco.

- Na obr. 5 je znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuk pro tři varianty zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu v provedení dle obr. 1c. Černá křivka přitom představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku obsahujícího membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyvinylalkoholu (PVA) o plošné hmotnosti $5,7 \text{ g.m}^{-2}$, která je připojena k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměrem ok $4,1 \times 4,3 \text{ mm}$ (tj. $17,63 \text{ mm}^2$), který je umístěn ve vzdálenosti 30 mm od podkladu 4. Světle šedá křivka představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku obsahujícího membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyvinylalkoholu (PVA) o plošné hmotnosti $5,7 \text{ g.m}^{-2}$, která je připojena k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměrem ok $9,0 \times 14,2 \text{ mm}$ (tj. $127,80 \text{ mm}^2$), který je umístěn ve vzdálenosti 30 mm od podkladu 4. Tmavě šedá křivka pak představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku obsahujícího membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyvinylalkoholu (PVA) o plošné hmotnosti $1,7 \text{ g.m}^{-2}$, která je připojena k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $4,1 \times 4,3 \text{ mm}$ (tj. $17,63 \text{ mm}^2$), který je umístěn ve vzdálenosti 30 mm od podkladu 4.

Na obr. 6a je znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu polyuretanové pěny a dvě varianty zvukově pohltivého prostředku v provedení dle obr. 1c. Světle šedá křivka přitom představuje součinitel zvukové pohltivosti α samo-

statné vrstvy polyuretanové pěny o tloušťce 25 mm a plošné hmotnosti 640 g.m^{-2} umístěné 25 mm od podkladu 4. Tmavě šedá křivka představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, který obsahuje rezonanční membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti 1 g.m^{-2} , která je připojená k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $6,5 \times 6,7 \text{ mm}$ (tj. $43,55 \text{ mm}^2$), přičemž na straně tohoto zvukově pohltivého prostředku odvrácené od podkladu 4 je dále uložena krycí vrstva tvořená kalandrovanou netkanou textilií z polyesterových (PES) a viskóзовých vláken (VI) o plošné hmotnosti 25 g.m^{-2} . Tento prostředek je umístěný ve vzdálenosti 30 mm od podkladu 4. Černá křivka pak představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku dle obr. 6b, který obsahuje rezonanční membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti 1 g.m^{-2} , která je připojená k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $6,5 \times 6,7 \text{ mm}$ (tj. $43,55 \text{ mm}^2$), a současně překrytá krycí vrstvou tvořenou kalandrovanou netkanou textilií z polyesterových (PES) a viskóзовých (VI) vláken o plošné hmotnosti 25 g.m^{-2} . Tuhý rám 2 tvořený mřížkou je přitom připojen k jinému tuhému rámu 2, který je uložený na povrchu podkladu 4, a jehož vnitřní prostor 3 je vyplněn vrstvou polyuretanové pěny s tloušťkou 25 mm a plošnou hmotností 640 g.m^{-2} – viz obr. 6b.

Na obr. 7a je znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu netkané textilie a jednu variantu zvukově pohltivého prostředku v provedení dle obr. 1c. Šedá křivka přitom představuje součinitel zvukové pohltivosti α pro samostatnou vrstvu netkané polyesterové textilie o tloušťce 10 mm a plošné hmotnosti 100 g.m^{-2} . Černá křivka pak představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, který obsahuje rezonanční membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyakrylonitridu (PAN) o plošné hmotnosti 1 g.m^{-2} , která je připojená k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $6,5 \times 6,7 \text{ mm}$ (tj. $43,55 \text{ mm}^2$), přičemž na straně tohoto zvukově pohltivého prostředku odvrácené od podkladu 4 je dále uložena krycí vrstva tvořená kalandrovanou netkanou textilií z polyesterových a viskóзовých vláken o plošné hmotnosti 25 g.m^{-2} . Tuhý rám 2 tvořený mřížkou je přitom připojen k jinému tuhému rámu 2, který je uložený na podkladu 4, a jehož vnitřní prostor 3 je vyplněn vrstvou polyesterové netkané textilie tloušťky 10 mm s plošnou hmotností 100 g.m^{-2} – viz obr. 7b.

Na obr. 8a je znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu polyuretanové pěny a dvě varianty zvukově pohltivého prostředku v provedení dle obr. 1c, který obsahuje dvě rezonanční membrány 1 a 11. Světle šedá křivka přitom představuje součinitel zvukové pohltivosti α samostatné vrstvy polyuretanové pěny o tloušťce 50 mm a plošné hmotnosti 1280 g.m^{-2} . Tmavě šedá křivka představuje součinitel zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, který obsahuje rezonanční membránu 1 tvořenou vrstvou nanovláken polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti 1 g.m^{-2} , která je připojená k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $6,5 \times 6,7 \text{ mm}$ (tj. $43,55 \text{ mm}^2$), a pod ním uspořádanou druhou rezonanční membránu 11 tvořenou vrstvou nanovláken polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti $12,5 \text{ g.m}^{-2}$, která je připojená k tuhému rámu 2 tvořenému mřížkou s rozměry ok $6,5 \times 6,7 \text{ mm}$ (tj. $43,55 \text{ mm}^2$). Na straně tohoto zvukově pohltivého prostředku odvrácené od podkladu 4 je dále uložena krycí vrstva 5 tvořená netkanou textilií z polyesterových a viskóзовých vláken o plošné hmotnosti 25 g.m^{-2} . Oba tuhé rámy 2 tvořené mřížkou jsou přitom připojeny k jinému tuhému rámu 2, který je uložený na podkladu 4, a jehož vnitřní prostor 3 o výšce 50 mm je volný. Černá křivka pak představuje součinitel zvukové pohltivosti α stejného zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, u kterého je vnitřní prostor 3 rámu 2 uloženého na povrchu podkladu 4 vyplněn vrstvou polyuretanové pěny o tloušťce 50 mm a plošné hmotnosti 1280 g.m^{-2} .

Zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu může být použit například pro výrobu akustických těles, žaluzií, tapet, obkladů, podhledů, paravánů, zástěn a dělicích příček pro interiéry, případně výsekových nebo tvarových dílů pro dopravní průmysl (např. výplně dveří, podběhů, obložení zavazadlového nebo motorového prostoru nebo kabiny), materiálů pro odhlučnění hlučných zaří-

zení, pro výrobu sluchátek, atd. Kterákoliv z jeho vrstev přitom může být opatřena vhodnou povrchovou úpravou např. pro zvýšení nehořlavosti, voděodolnosti, elektrické vodivosti, apod., plasmatickou úpravou, nástřikem, zátěrem atd.

5

PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Zvukově pohltivý prostředek obsahující alespoň jednu akustickou rezonanční membránu (1) tvořenou vrstvou polymerních nanovláken, **vyznačující se tím**, že rezonanční membrána (1) je ve formě rovinné vrstvy uložena na povrchu, nebo ve vnitřním prostoru rámu (2, 20), přes alespoň jeden volný prostor, který tento rám (2, 20) vymezuje, a je s tímto rámem (2, 20) pevně spojená.

15

2. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rám (2, 20) je uspořádán alespoň na části obvodu akustické rezonanční membrány (1).

20

3. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že rám (2, 20) je uspořádán alespoň na části plochy alespoň jednoho povrchu akustické rezonanční membrány (1).

25

4. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že rám (2) je tuhý.

5. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že rám (2) je součástí podkladu (4), na který se zvukově pohltivý prostředek aplikuje.

30

6. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že rám (20) je flexibilní.

35

7. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rám (2, 20) je prostorově tvarovaný.

8. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rám (2, 20) je tvořený mřížkou.

40

9. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že mřížka je pravidelná.

45

10. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že rám (20) je tvořen sítí útvarů (201) z materiálu v tuhém stavu, které zasahují alespoň částečně do tloušťky rezonanční membrány (1), přičemž obalují část jejich nanovláken.

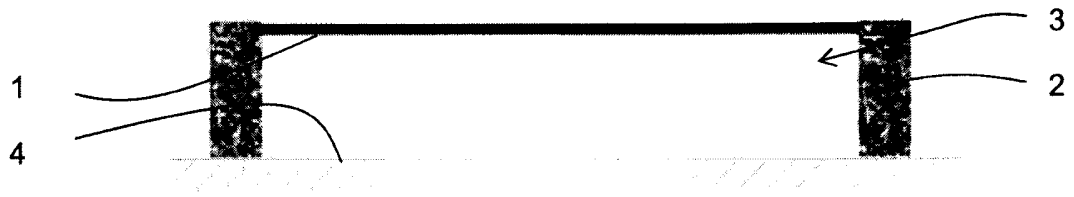
50

11. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že rám (20) je tvořen sítí útvarů (201) z materiálu v tuhém stavu, které zasahují alespoň částečně do tloušťky rezonanční membrány (1), přičemž tyto útvary (201) jsou alespoň částečně obaleny materiálem nanovláken.

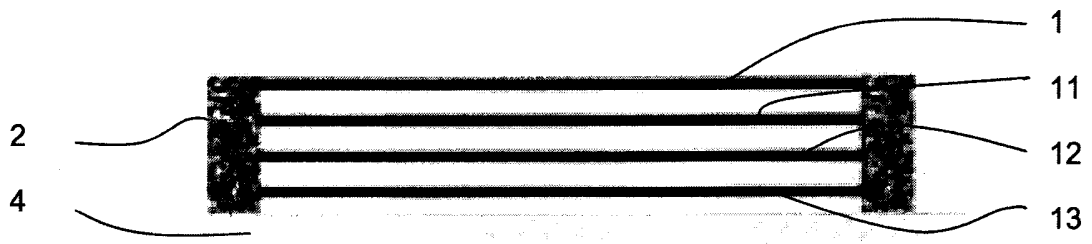
55

12. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že rám (20) je tvořen sítí útvarů (201) z materiálu v tuhém stavu, které zasahují alespoň částečně do tloušťky rezonanční membrány (1), přičemž nanovláknata jsou k útvarům (201) rámu (20) připojena jejich adhezí.

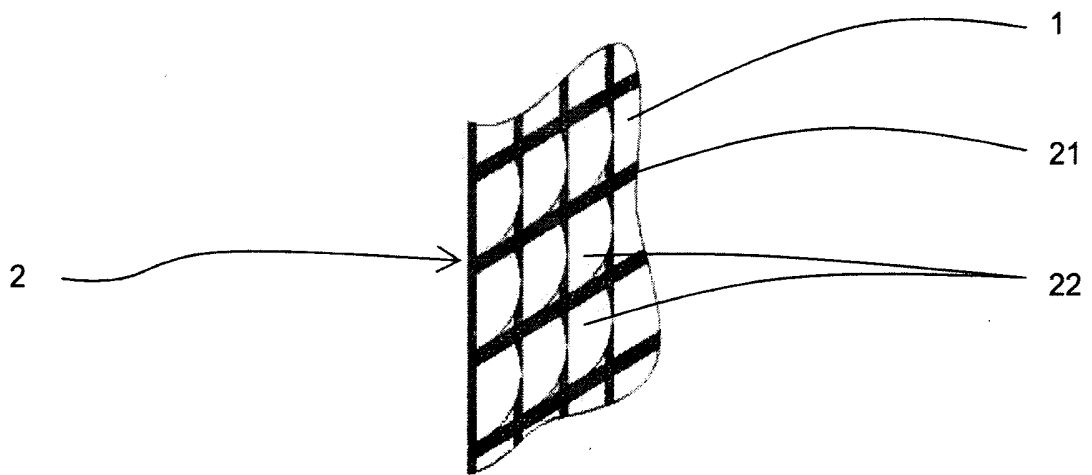
13. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 10 až 12, **vyznačující se tím**, že síť je pravidelná.
- 5 14. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 10 až 12, **vyznačující se tím**, že útvary (201) z materiálu v tuhém stavu jsou body a/nebo lineární útvary a/nebo plošné útvary.
- 10 15. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 6 až 12, **vyznačující se tím**, že rám (20) je tvořen jedním lineárním útvarem (201) materiálu v tuhém stavu, který je uspořádán alespoň na části obvodu akustické rezonanční membrány (1).
- 15 16. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že akustická rezonanční membrána (1) je k rámu (2, 20) připojena s kladným napětím.
17. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 1 až 16, **vyznačující se tím**, že akustická rezonanční membrána (1) je k rámu (2, 20) připojena s nulovým napětím.
- 20 18. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z nároků 1 až 16, **vyznačující se tím**, že akustická rezonanční membrána (1) je k rámu (2, 20) připojena se záporným napětím.



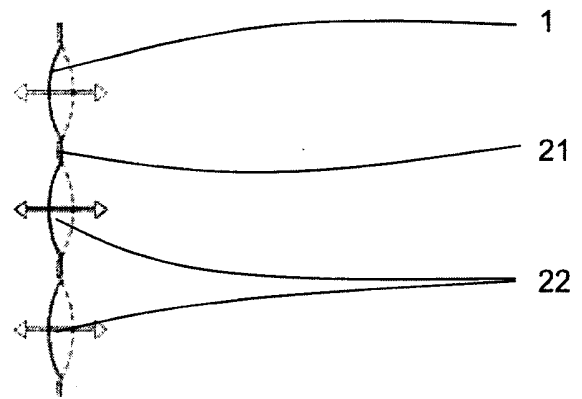
Obr. 1a



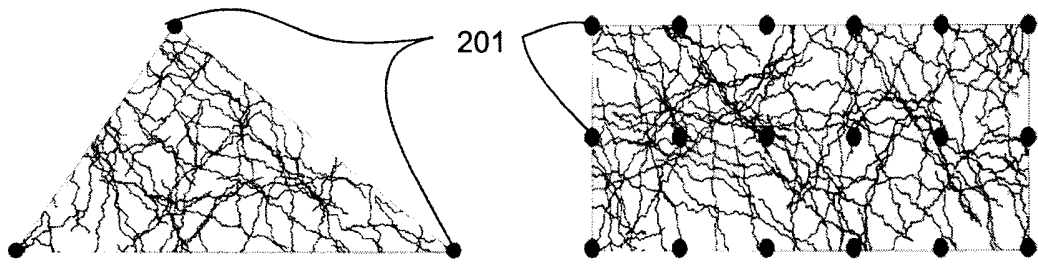
Obr. 1b



Obr. 1c

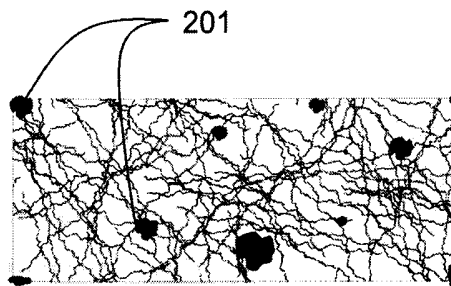


Obr. 1d

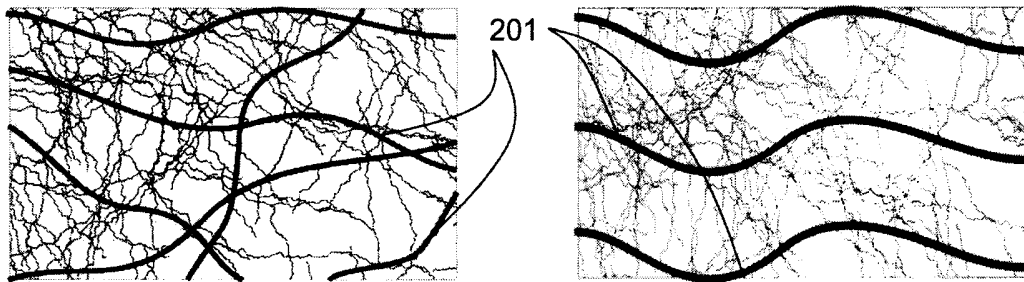


Obr. 2a

Obr. 2b

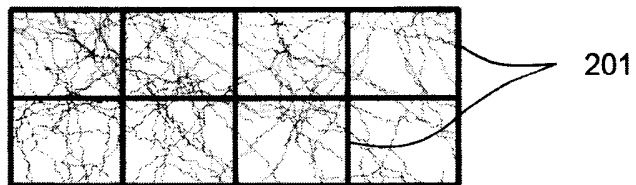


Obr. 2c

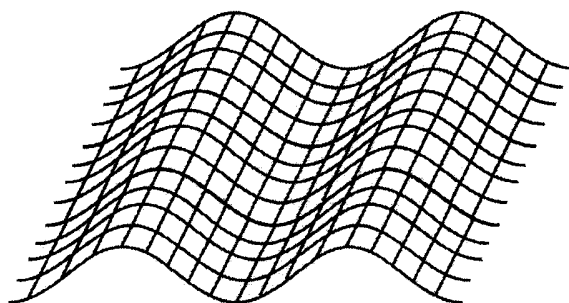


Obr. 3a

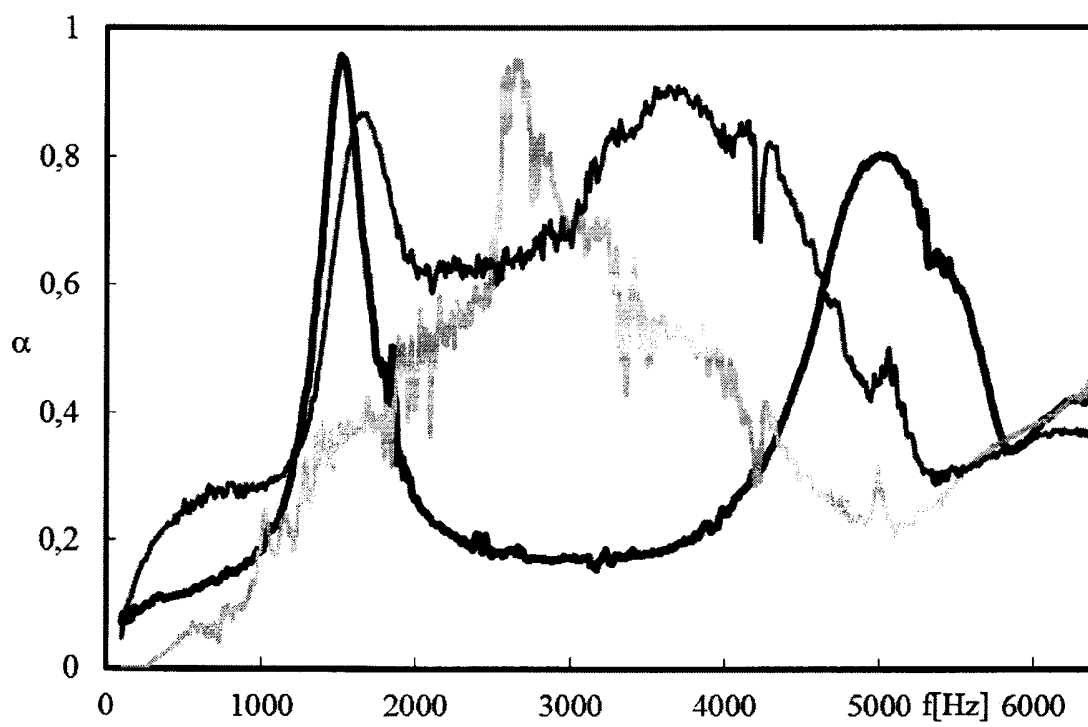
Obr. 3b



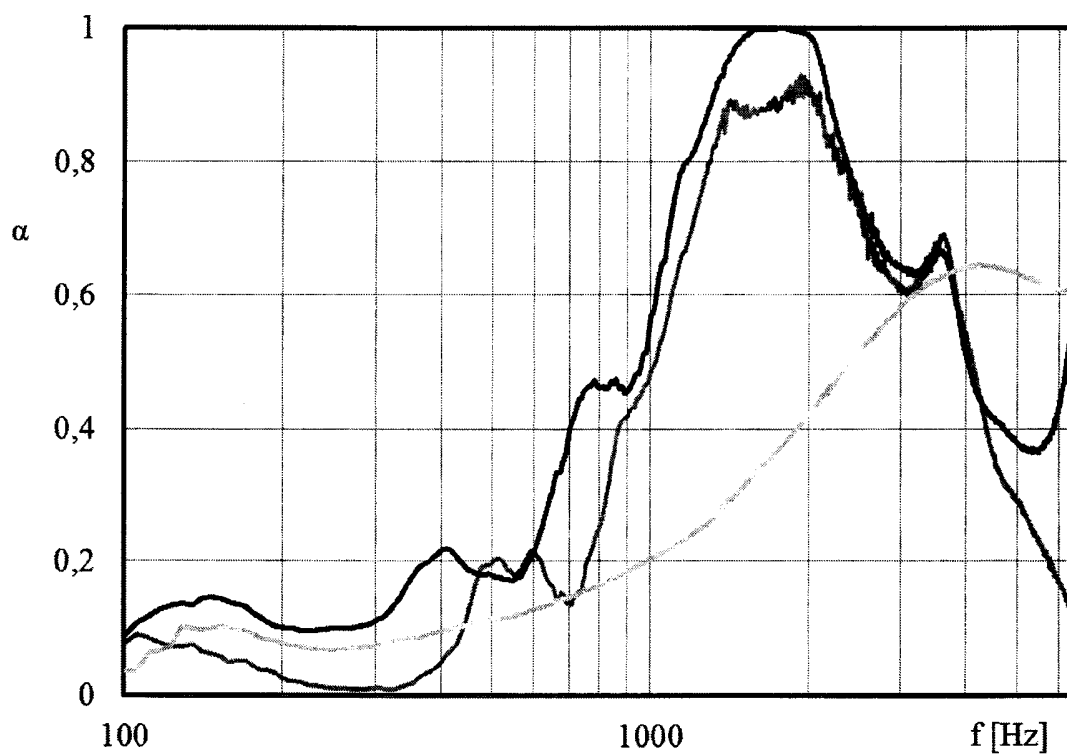
Obr. 3c



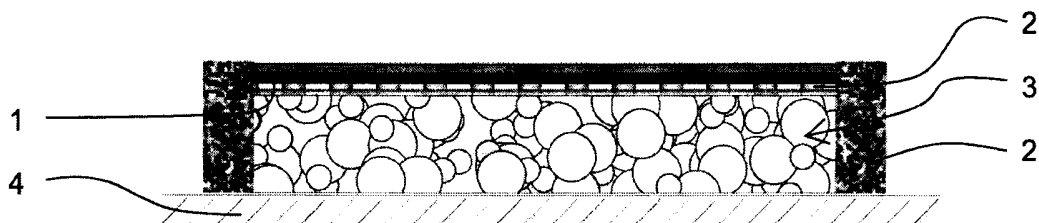
Obr. 4



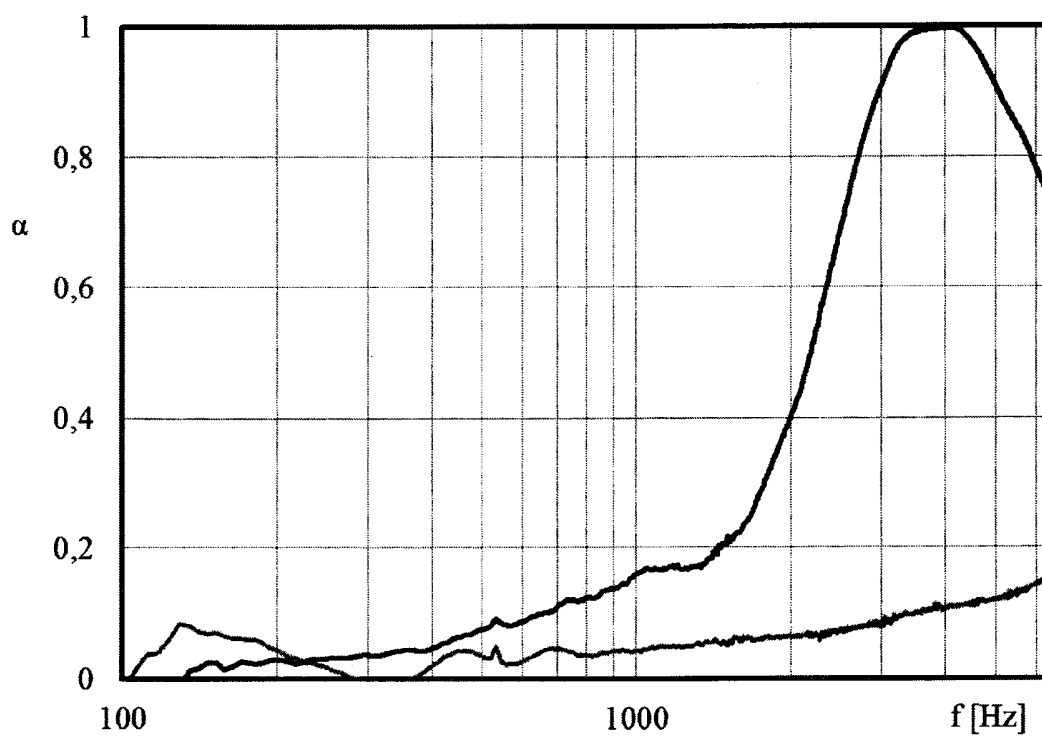
Obr. 5



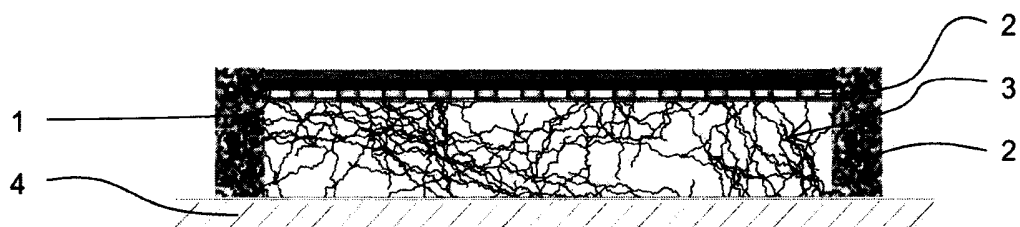
Obr. 6a



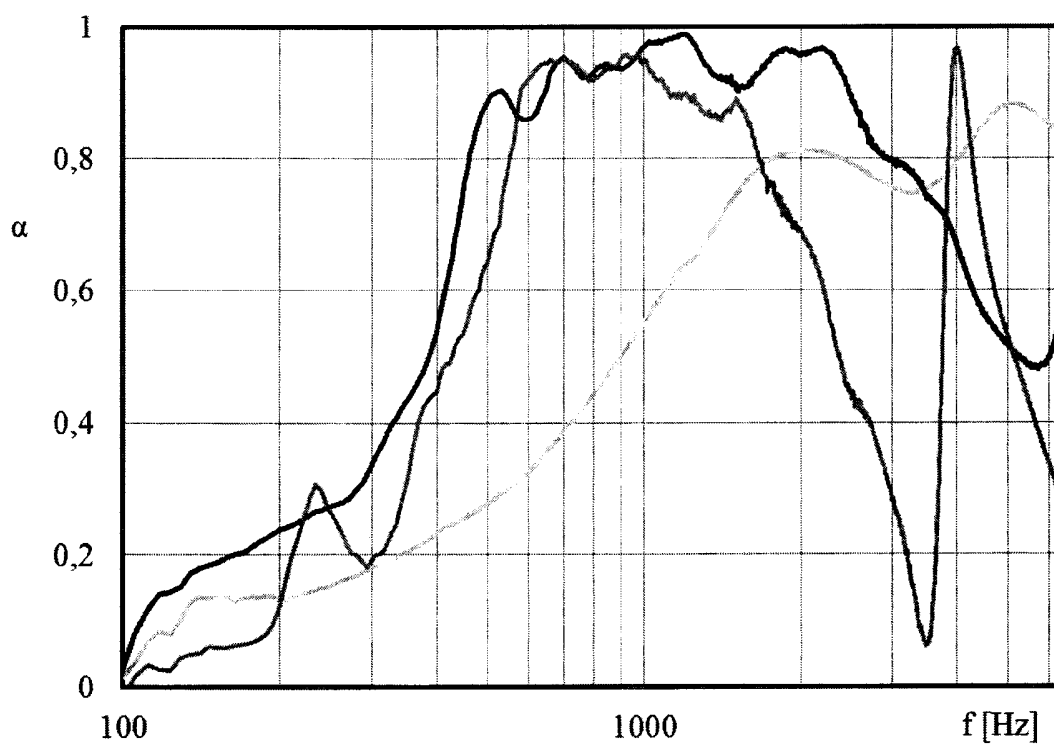
Obr. 6b



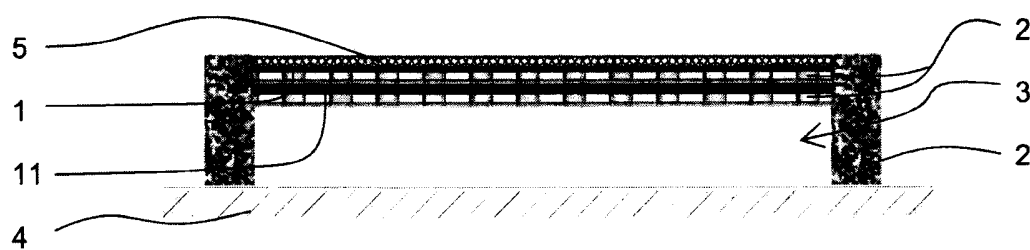
Obr. 7a



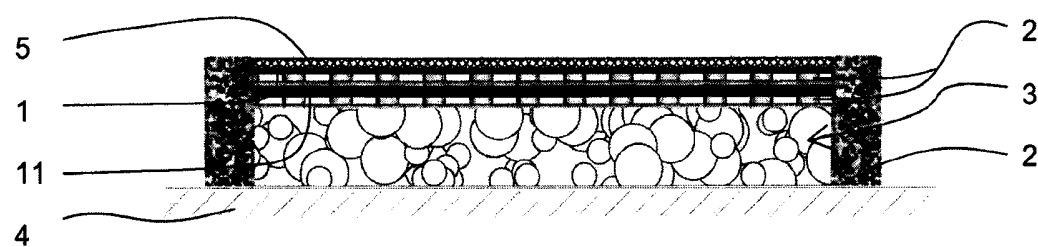
Obr. 7b



Obr. 8a



Obr. 8b



Obr. 8c

Konec dokumentu